

TÁC ĐỘNG CỦA BỘT HẠT BƠ GIỐNG BOOTH ĐẾN THÀNH PHẦN HÓA HỌC, MỘT SỐ HOẠT TÍNH SINH HỌC VÀ CHẤT LƯỢNG CẢM QUAN CỦA KOMBUCHA

Lê Cao Linh Chi¹, Hồ Thị Hảo¹, Nguyễn Thị Anh Thư¹

Ngày nhận bài: 22/10/2025; Ngày phản biện thông qua: 03/12/2025; Ngày duyệt đăng: 14/01/2026

TÓM TẮT

Kombucha là một loại đồ uống lên men truyền thống, được tạo ra bởi một hệ vi sinh vật cộng sinh và được biết đến với nhiều lợi ích cho sức khỏe. Trong khi đó, hạt bơ (*Persea americana* Mill.), một phụ phẩm nông nghiệp phổ biến, là nguồn dồi dào các hợp chất có hoạt tính sinh học như polyphenol, saponin và các chất chống oxy hóa. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung bột hạt bơ giống Booth vào quá trình lên men Kombucha để làm giàu thêm thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của sản phẩm sau lên men. Các yếu tố như tỷ lệ bột hạt bơ giống Booth/dung môi (5-20 g/100mL), hàm lượng đường (5-20 g/100mL), tỷ lệ SCOBY (5-20 g/100mL) và thời gian lên men (6-9 ngày) đã được khảo sát nhằm tối ưu hóa quá trình. Kết quả cho thấy điều kiện lên men thích hợp để tạo ra sản phẩm có sự cân bằng tốt giữa hương vị và hàm lượng hoạt chất với 10g bột hạt bơ giống Booth/100mL, 10g đường/100mL, 10g SCOBY/100mL trong thời gian 7 ngày. Bổ sung bột hạt bơ giống Booth giúp tăng đáng kể hàm lượng vitamin C (tăng gần 4 lần), polyphenol và saponin (tăng khoảng 3-4 lần) trong Kombucha. Nghiên cứu đã đánh giá được tiềm năng của việc tận dụng bột hạt bơ giống Booth để nâng cao giá trị dinh dưỡng và chức năng cho Kombucha, mở ra hướng phát triển các sản phẩm đồ uống chức năng mới từ phụ phẩm nông nghiệp.

Từ khóa: Kombucha, hạt bơ, *Persea americana*, polyphenol, hoạt tính sinh học, lên men.

1. MỞ ĐẦU

Kombucha là một loại đồ uống lên men truyền thống được tạo ra từ trà và đường bởi một hệ vi sinh vật cộng sinh gồm vi khuẩn acid acetic (AAB) (Roos & Vuyst, 2018), vi khuẩn acid lactic (LAB) (Marsh et al., 2014) và nấm men (Coton et al., 2017), thường được gọi là SCOBY (Villarreal-Soto et al., 2018). Quá trình lên men này tạo ra nhiều hợp chất có lợi như acid hữu cơ (acetic, gluconic, glucuronic), vitamin và các enzyme, mang lại các lợi ích sức khỏe như kháng khuẩn và chống oxy hóa (Villarreal-Soto et al., 2018). Với xu hướng sử dụng các sản phẩm tự nhiên và tốt cho sức khỏe, Kombucha ngày càng thu hút sự quan tâm của người tiêu dùng và giới khoa học, thúc đẩy các nghiên cứu sử dụng các nguồn cơ chất mới ngoài trà để cải thiện đặc tính chức năng của sản phẩm. (Watawana et al., 2016)

Bơ (*Persea americana* Mill.), thuộc họ Lauraceae, là loại cây trồng phổ biến ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới (Kendir and Köroğlu, 2018). Trong khi thịt quả bơ được tiêu thụ rộng rãi nhờ giá trị dinh dưỡng cao, hạt bơ, chiếm khoảng 16% trọng lượng khô của quả, thường bị coi là phụ phẩm và bị thải bỏ (Calderón-Oliver et al., 2017). Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng hạt bơ là một nguồn giàu các hợp chất hóa học thực vật (phytochemical) có hoạt tính sinh học (Tremocoldi

et al., 2018; Lara-Marquez et al., 2020; Dabas et al., 2019; Uchenna et al., 2017; Soledad et al., 2021; Villarreal-Lara et al., 2019)

Hạt bơ chứa hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa cao hơn so với phần thịt quả (Alagbaoso et al., 2015), với các hợp chất chính gồm phenolic acids, procyanidins, flavonols, catechin, epicatechin, tannins và saponins (Araújo et al., 2018; Dabas et al., 2013), đã được chứng minh có hoạt tính kháng khuẩn, kháng viêm, chống oxy hóa và tiềm năng chống ung thư (Antasionasti et al., 2017; Monika and Geetha, 2015; Xin et al., 2025).

Việc tận dụng hạt bơ – một phụ phẩm nông nghiệp dồi dào – như một cơ chất chức năng trong quá trình lên men kombucha được xem là một hướng tiếp cận đầy tiềm năng nhằm nâng cao giá trị dinh dưỡng và hoạt tính sinh học của sản phẩm đồ uống. Các polyphenol và hợp chất sinh học khác từ hạt bơ giống Booth có thể đóng vai trò là cơ chất bổ sung cho hệ vi sinh vật trong màng SCOBY, từ đó góp phần cải thiện khả năng kháng oxy hóa và chất lượng chức năng của sản phẩm cuối cùng. Cho đến nay, chưa có nghiên cứu nào công bố về việc sử dụng bột hạt bơ giống Booth làm cơ chất trong quá trình lên men kombucha. Do đó, nghiên cứu này nhằm khảo sát ảnh hưởng của việc bổ sung bột hạt bơ giống Booth đến thành

¹Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Tây Nguyên;

Tác giả liên hệ: Lê Cao Linh Chi; Email: lcchi@ttn.edu.vn.

phần hóa học (polyphenol, saponin, vitamin C và đường khử), hoạt tính sinh học (khả năng kháng oxy hóa) và chất lượng cảm quan của kombucha. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng hướng tới việc xác định các điều kiện lên men thích hợp nhằm phát triển một sản phẩm đồ uống chức năng mới có giá trị gia tăng, đồng thời đề xuất giải pháp hiệu quả trong việc tận dụng nguồn phụ phẩm nông nghiệp.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Hạt bơ: Hạt bơ giống Booth được thu thập tại xã Cư M'gar, tỉnh Đắk Lắk (Việt Nam)

Hệ vi sinh vật cộng sinh SCOBY: Con giống kombucha (SCOBY – *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) được mua từ công ty Food plus (số NO 03 – LK63, Khu Công Đồng, p. Dương Nội, Tp. Hà Nội).

Các nguyên liệu khác: Đường mía trắng (sucrose, tinh khiết 99,7%, sản xuất tại Việt Nam) được sử dụng làm nguồn carbon trong quá trình lên men. Các hóa chất dùng cho phân tích, bao gồm thuốc thử Folin–Ciocalteu, gallic acid, rutin, DPPH, và acid ascorbic, đều có độ tinh khiết (>99%) và được cung cấp bởi Sigma-Aldrich (Mỹ). Dung môi ethanol và methanol có độ tinh khiết $\geq 99,5\%$ (Xilong Scientific, Trung Quốc)

2.2. Thiết bị phân tích

Các thiết bị chính sử dụng trong nghiên cứu gồm:

- Máy đo pH (Hanna Instruments HI 2211, Romania);
- Máy quang phổ UV–Vis (Shimadzu UV-1800, Nhật Bản);
- Cân phân tích (Sartorius BP 210D, Đức);
- Máy ly tâm (Hermle Z206A, Đức);
- Tủ sấy đối lưu (Mettler UF55, Đức);
- Lò nung (Nabertherm L5/11, Đức);
- Khúc xạ kế đo độ Brix (Atago PAL-1, Nhật Bản)
- Máy quang phổ phát xạ plasma (ICP–OES, Agilent 5800, Mỹ)

2.3. Phương pháp

2.3.1. Chuẩn bị dịch chiết bột hạt bơ giống Booth

Hạt bơ giống Booth được rửa sạch, sấy khô ở 50°C đến độ ẩm < 10%, nghiền thành bột mịn và rây qua rây 0,2 mm (Widiyastuti et al., 2018).

Dịch chiết bột hạt bơ được chuẩn bị bằng cách hòa tan bột hạt bơ vào nước theo các tỷ lệ khảo sát, đun nhẹ ở 70°C trong 10 phút và lọc để thu dịch trong. Dịch chiết này sau đó được làm nguội

đến nhiệt độ phòng và trực tiếp sử dụng làm môi trường lên men Kombucha bằng cách cấy SCOBY.

2.3.2. Chuẩn bị giống vi sinh vật cộng sinh SCOBY

Chủng SCOBY sau khi nhận được hoạt hóa và nhân sinh khối sơ bộ trong môi trường đường sucrose (10 g/100 mL) có bổ sung dịch chiết bột hạt bơ giống Booth (10 g/100 mL). Quá trình hoạt hóa được tiến hành tại phòng thí nghiệm trong điều kiện vô trùng, ở nhiệt độ phòng ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) trong 7 ngày trước khi sử dụng cho các thí nghiệm lên men.

2.3.3. Chuẩn bị dịch lên men

Các loại dịch lên men được chuẩn bị nhằm phục vụ cho các thí nghiệm khảo sát đơn yếu tố tại mục 2.3.4. Tất cả các dịch nền được phối trộn trong nước cất, khuấy đều và thanh trùng ở 100°C trong 10 phút, sau đó để nguội về nhiệt độ phòng ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) trước khi cấy giống SCOBY. Tùy theo từng yếu tố khảo sát, thành phần của dịch lên men được chuẩn bị như sau:

Dịch lên men phục vụ khảo sát hàm lượng bột hạt bơ giống Booth

Mục đích nhằm đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng bột hạt bơ Booth trong dịch lên men.

- Bột hạt bơ Booth: 5, 10, 15 và 20 g/100 mL nước.
- Đường sucrose: cố định 10 g/100 mL.
- SCOBY: cố định 10 g/100 mL (cấy sau khi dịch nền nguội).

Các mẫu được ký hiệu tương ứng là BB5, BB10, BB15 và BB20.

Dịch lên men phục vụ khảo sát hàm lượng đường sucrose

Mục đích nhằm xác định hàm lượng đường thích hợp cho quá trình lên men.

- Đường sucrose: 5, 10, 15 và 20 g/100 mL.
- Bột hạt bơ Booth: cố định 10 g/100 mL.
- SCOBY: cố định 10 g/100 mL.

Các mẫu được ký hiệu lần lượt là S5, S10, S15 và S20.

Dịch lên men phục vụ khảo sát hàm lượng SCOBY

Mục đích nhằm đánh giá ảnh hưởng của lượng giống SCOBY đối với quá trình lên men.

- SCOBY: 5, 10, 15 và 20 g/100 mL.
- Bột hạt bơ Booth: cố định 10 g/100 mL.
- Đường sucrose: cố định 10 g/100 mL.

Các mẫu được ký hiệu SC5, SC10, SC15 và SC20.

Dịch lên men phục vụ khảo sát thời gian lên men Mục đích nhằm theo dõi sự biến đổi trong suốt quá trình lên men và xác định thời gian thích hợp.

- Thành phần phối trộn được giữ cố định:
 - Bột hạt bơ Booth: 10 g/100 mL
 - Đường sucrose: 10 g/100 mL
 - SCOBY: 10 g/100 mL
- Thời gian lên men theo dõi: 6, 7, 8 và 9 ngày. Các mẫu được ký hiệu T6, T7, T8 và T9.

2.3.4. Khảo sát quá trình lên men

Quá trình lên men được thực hiện trong các bình thủy tinh ở nhiệt độ phòng ($25\pm 2^\circ\text{C}$). Các yếu tố sau được khảo sát đơn yếu tố để tìm điều kiện lên men thích hợp:

- Ảnh hưởng của bột hạt bơ giống Booth: Khảo sát các hàm lượng 5, 10, 15, 20 g bột hạt bơ giống Booth/100mL nước.
- Ảnh hưởng của hàm lượng đường sucrose: Khảo sát các hàm lượng 5, 10, 15, 20 g/100mL.
- Ảnh hưởng của giống vi sinh vật lên men SCOBY: Khảo sát các tỷ lệ 5, 10, 15, 20 g/100mL.
- Ảnh hưởng của thời gian lên men: Khảo sát trong khoảng từ 6 đến 9 ngày.

Điều kiện lên men được lựa chọn dựa trên sự cân bằng giữa các chỉ tiêu hóa học, vi sinh và đánh giá cảm quan.

2.3.5. Phân tích các chỉ tiêu hóa học và sinh học

Các phân tích được thực hiện nhằm đánh giá sự thay đổi về thành phần hóa học, hoạt tính sinh học và chất lượng cảm quan của kombucha lên men từ bột hạt bơ giống Booth.

- Hàm lượng kim loại nặng: Các nguyên tố Pb, Cd, Cu và Zn trong mẫu bột hạt bơ giống Booth được xác định bằng phương pháp quang phổ phát xạ plasma cảm ứng (ICP-OES, Agilent 5800, Mỹ), kết quả được biểu thị bằng mg/kg chất khô.
- pH: Được đo bằng máy đo pH điện tử hiệu chuẩn trước khi sử dụng (TCVN 6492:2011).

- Hàm lượng tro: Xác định bằng phương pháp nung mẫu ở 550°C đến khối lượng không đổi (AOAC, 2005).

- Hàm lượng chất khô hòa tan ($^\circ\text{Brix}$): Xác định bằng khúc xạ kế cầm tay theo tiêu chuẩn TCVN 7771:2007.

- Hàm lượng đường khử: Xác định theo phương pháp DNS (3,5-dinitrosalicylic acid), biểu thị kết quả theo mg glucose/mL mẫu.

- Hàm lượng polysaccharide: Xác định bằng phương pháp phenol – acid sulfuric (Dubois et al., 1956), kết quả biểu thị theo mg glucose tương đương/mL.

- Hàm lượng vitamin C: Xác định bằng phương pháp chuẩn độ Iod (TCVN 4594:1988), kết quả biểu thị theo mg acid ascorbic/100 mL mẫu.

- Hàm lượng polyphenol tổng số (TPC): Xác định bằng phương pháp đo màu sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965), kết quả biểu thị theo mg acid gallic tương đương (GAE)/100 mL mẫu.

- Hàm lượng saponin tổng số: Xác định theo phương pháp đo quang dùng vanillin – acid sulfuric (Makkar et al., 2007), kết quả biểu thị theo mg quillaja saponin tương đương/100 mL mẫu.

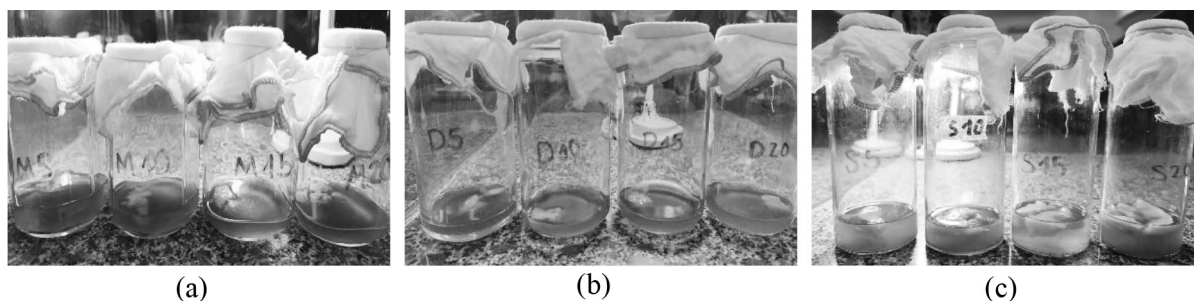
- Mật độ vi sinh vật tổng số (VSV tổng số): Xác định bằng phương pháp đếm khuẩn lạc trên môi trường thạch dinh dưỡng (Nutrient Agar) sau 48 giờ ủ ở 30°C ; kết quả biểu thị bằng log CFU/mL.

- Hoạt tính kháng oxy hóa: Đánh giá bằng khả năng bắt gốc tự do DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl); kết quả biểu thị bằng % ức chế gốc DPPH.

- Đánh giá cảm quan: Thực hiện bởi 30 người thử, theo thang điểm 9 mức độ ưa thích (9-point hedonic scale) cho mức độ chấp nhận tổng thể của sản phẩm.

2.2.4. Xử lý thống kê

Tất cả các thí nghiệm được lặp lại ba lần. Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm Excel và phân tích phương sai (ANOVA) bằng phần mềm Stagraphics 19.1.2. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi $p < 0.05$.



Hình 1. Các mẫu Kombucha thí nghiệm ở các tỷ lệ khác nhau

Ghi chú: (a) Tỷ lệ bột hạt bơ/dung môi (5–20 g/100 mL); (b) Tỷ lệ đường (5–20 g/100 mL); (c) Tỷ lệ SCOBY (5–20 g/100 mL).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần hóa học của bột hạt bơ giống Booth

Kết quả phân tích (Bảng 1) cho thấy bột hạt bơ giống Booth chứa nhiều hợp chất có giá trị dinh dưỡng và sinh học đáng chú ý.

Hàm lượng polyphenol tổng số (TPC) đạt $2,21 \pm 0,07$ mg GAE/g chất khô. Khi so sánh, giá trị này cao hơn so với các báo cáo trên hạt bơ giống Hass ($1,64$ mg GAE/g) và Fuerte ($1,92$ mg GAE/g), đã được công bố bởi Tremocoldi và cộng sự (2018) và Hürkul và cộng sự (2021). Điều này khẳng định tiềm năng của giống bơ Booth là một nguồn cung cấp polyphenol tự nhiên phong phú.

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng hàm lượng polyphenol có thể thay đổi đáng kể tùy thuộc vào phương pháp chiết xuất. Các nghiên cứu khác trên hạt bơ đã báo cáo rằng dịch chiết methanol có thể đạt TPC rất cao, lên tới $168,33 \pm 8,89$ mg GAE/g chiết xuất (D'Ambrosio et al., 2011). Nếu so sánh TPC trong dịch chiết (mg GAE/g chiết xuất) với TPC trong mẫu khô (mg GAE/g mẫu khô), bột hạt bơ Booth vẫn thể hiện một hàm lượng phenolic cạnh tranh, đặc biệt khi so sánh với vỏ bơ (peel extract) có thể đạt $19,7 \pm 1$ mg GAE/g chiết xuất (D'Ambrosio et al., 2011).

Hàm lượng polysaccharide ($59,58 \pm 1,45$ mg/g chất khô) và đường khử ($10,41 \pm 0,17$ mg/g), cùng

với protein ($1,79 \pm 0,27\%$) và lipid ($0,37 \pm 0,01\%$), cung cấp nguồn carbon và dinh dưỡng cần thiết cho hệ vi sinh vật SCOBY trong quá trình lên men kombucha.

Về hoạt tính sinh học, bột hạt bơ Booth có khả năng kháng oxy hóa với giá trị IC50 là $1,44 \pm 0,29$ mg/mL. Hoạt tính này tương đối tốt, mặc dù các dịch chiết methanol từ hạt bơ trong các nghiên cứu khác cho thấy khả năng ức chế mạnh hơn, hoạt tính kháng peroxid hóa lipid có thể đạt $7,71 \pm 0,36$ μ g/mL (tương đương $0,00771$ mg/mL), hoặc hoạt tính DPPH IC50 là $4,17$ μ g/mL đối với dịch chiết methanol từ hạt bơ (Hürkul et al., 2021). Sự khác biệt này có thể do các hợp chất chống oxy hóa trong bột khô của giống Booth chưa được chiết xuất hoàn toàn so với khi sử dụng dung môi hữu cơ mạnh (như methanol).

Sự có mặt của các hợp chất hóa học thực vật, bao gồm polyphenol, saponin ($2,61 \pm 0,39$ mg EE/g) và vitamin C ($0,007 \pm 0,002$ mg/g), đã được chứng minh có khả năng kháng khuẩn, kháng viêm và kháng oxy hóa (Antasionasti et al., 2017; Monika and Geetha, 2015; Xin et al., 2025).

Tổng thể, thành phần hóa học phong phú và độ an toàn nguyên liệu (không phát hiện kim loại nặng độc hại Pb, Cd, As, Hg) cho thấy bột hạt bơ Booth là nguyên liệu tiềm năng cho đồ uống lên men chức năng.

Bảng 1. Thành phần hóa học cơ bản và khả năng kháng oxy hóa của bột hạt bơ giống Booth

Chỉ tiêu	Giá trị trung bình	Chỉ tiêu	Giá trị trung bình
Độ ẩm (%)	$8,15 \pm 0,1$	Hàm lượng đường khử (mg/g mẫu khô)	$10,41 \pm 0,17$
Tro (%)	$0,83 \pm 0,05$	Hàm lượng polysaccharide (mg/g mẫu khô)	$59,58 \pm 1,45$
Protein (%)	$1,79 \pm 0,27$	Hàm lượng Saponin (mgEE/g mẫu khô)	$2,61 \pm 0,39$
Lipid (%)	$0,37 \pm 0,005$	Hàm lượng Vitamin C (mg/g mẫu khô)	$0,007 \pm 0,002$
Canxi (mg/kg)	$201,4 \pm 5,3$	Polyphenol tổng số (mgGAE/g mẫu khô)	$2,21 \pm 0,07$
Cu (mg/kg)	$3,44 \pm 1,7$	Khả năng kháng oxy hóa (mg/mL)	$1,44 \pm 0,29$
Fe (mg/kg)	$19,68 \pm 2,7$	Zn, Pb, Cd, As, Hg (mg/kg)	KPH

Ghi chú: KPH: không phát hiện.

3.2. Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men kombucha

3.2.1. Ảnh hưởng của hàm lượng bột hạt bơ giống Booth

Kết quả cho thấy việc tăng hàm lượng bột hạt bơ giống Booth/dung môi từ 5 g lên 20 g/100 mL làm hàm lượng vitamin C, polyphenol tổng số và saponin trong kombucha tăng tuyến tính. Xu

hướng này chứng minh khả năng làm giàu hợp chất sinh học của bột hạt bơ Booth trong môi trường lên men, phù hợp với nhận định của Lara-Marquez et al. (2020), Soledad et al. (2021) và Melgar et al. (2018) rằng hạt bơ là nguồn dồi dào polyphenol, saponin và vitamin C, góp phần nâng cao hoạt tính kháng oxy hóa của sản phẩm.

Tuy nhiên, ở các tỷ lệ cao (15–20 g/100 mL), sản phẩm có vị đắng và chát rõ rệt. Hiện tượng vị chát này chủ yếu là do sự hiện diện của tannin và các polyphenol có vị se chát trong hạt bơ. Các nghiên cứu về hạt bơ đã định lượng được hàm lượng tannin là $6,98 \pm 0,04$ mg/100 g (Ejiofor et

al., 2018), một hợp chất được biết đến là yếu tố kháng dinh dưỡng (Ejiofor et al., 2018). Nồng độ tannin và polyphenol tăng cao không chỉ ảnh hưởng xấu đến cảm quan mà còn có thể ức chế nhẹ sự phát triển của hệ vi sinh vật trong SCOBY, vì các hợp chất phenolic này có tính kháng khuẩn (Antasionasti et al., 2017; Monika and Geetha, 2015).

Ngược lại, mẫu sử dụng 10 g bột hạt bơ/100 mL nước đạt điểm cảm quan cao nhất ($7,5 \pm 0,4$), cho thấy sự cân bằng giữa việc làm giàu hoạt chất sinh học và duy trì chất lượng cảm quan hài hòa.

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng bột hạt bơ giống Booth/dung môi đến chất lượng kombucha

Lượng bột (g/100mL)	Hàm lượng Vitamin C (mg/100mL)	Polyphenol (mgGAE/100mL)	Hàm lượng Saponin (mgEE/100mL)	Điểm cảm quan	Mô tả cảm quan
5	$0,021 \pm 0,002^d$	$9,95 \pm 0,15^d$	$11,09 \pm 0,16^d$	$6,4 \pm 0,5^c$	Mùi thơm nhẹ, vị thanh, hơi nhạt
10	$0,044 \pm 0,005^c$	$18,82 \pm 0,21^c$	$23,18 \pm 0,67^c$	$7,5 \pm 0,4^a$	Cân bằng, vị dịu, thơm rõ đặc trưng của hạt bơ – được ưa thích nhất
15	$0,059 \pm 0,006^b$	$28,80 \pm 0,33^b$	$31,23 \pm 0,35^b$	$6,8 \pm 0,5^b$	Vị đậm, hơi chát, thơm mạnh
20	$0,081 \pm 0,004^a$	$39,75 \pm 0,12^a$	$44,31 \pm 0,51^a$	$5,8 \pm 0,6^d$	Hậu vị đắng nhẹ – giảm hấp dẫn cảm quan

3.2.2. Ảnh hưởng của hàm lượng đường sucrose

Nghiên cứu đã xác định hàm lượng đường sucrose thích hợp là 10 g/100 mL (tương đương 100 g/L), đạt điểm cảm quan cao nhất ($7,2 \pm 0,4$).

Khi tăng nồng độ đường từ 5 đến 20 g/100 mL, giá trị pH giảm dần từ 3,02 xuống 2,71, phản ánh sự gia tăng hoạt động lên men và hình thành acid hữu cơ. Hàm lượng đường khử tăng theo lượng đường bổ sung, do phần đường dư chưa được sử dụng hết. Số lượng vi sinh vật tổng số tăng từ $7,04 \log$ CFU/mL (5 g/100 mL) lên $8,17 \log$ CFU/mL (15 g/100 mL), sau đó giảm nhẹ ở 20 g/100 mL, cho thấy nồng độ đường cao có thể gây áp suất thẩm thấu lớn, ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của hệ vi sinh vật SCOBY.

Kết quả này phù hợp với các điều kiện lên men Kombucha truyền thống, trong đó nồng độ đường thường sử dụng là 70–100 g/L sucrose (Villarreal-Soto et al., 2018). Theo các tác giả này, đường là nguồn cacbon chính cho nấm men và vi khuẩn, quyết định tốc độ lên men và sự hình thành các

hợp chất cảm quan.

Ở hàm lượng đường sucrose thấp (5g/100 mL), sản phẩm có vị chua gắt, ít ngọt do cơ chất không đủ để duy trì hoạt động trao đổi chất tối ưu. Ngược lại, ở nồng độ cao (20 g/100 mL), mặc dù hàm lượng đường khử dư cao, quá trình acid hóa bị ức chế nhẹ do áp suất thẩm thấu tăng, làm chậm chuyển hóa đường thành acid hữu cơ. Hiện tượng này cũng đã được ghi nhận trong nghiên cứu của Villarreal-Soto và cộng sự (2018), khi nồng độ đường ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển và trao đổi chất của hệ vi sinh vật SCOBY trong quá trình lên men Kombucha.

Như vậy, hàm lượng đường sucrose 10 g/100 mL giúp quá trình lên men diễn ra ổn định, đảm bảo hoạt động chuyển hóa hiệu quả và tạo ra sản phẩm có chất lượng cảm quan hài hòa.

Bảng 3. Ảnh hưởng của hàm lượng đường sucrose bổ sung đến chất lượng kombucha

Hàm lượng đường (g/100 mL)	pH	Đường khử (mg/mL)	VSV tổng số (log CFU/mL)	Điểm cảm quan	Mô tả cảm quan
5	3,02±0,02 ^a	1,35±0,11 ^d	7,04±0,45 ^b	5,4±0,6 ^c	Hơi chua, ít ngọt, vị thanh, thơm nhẹ
10	2,94±0,01 ^b	2,82±0,24 ^c	7,78±0,28 ^{ab}	7,2±0,4 ^a	Cân bằng chua – ngọt, thơm tốt, dễ uống
15	2,81±0,02 ^c	4,53±0,20 ^b	8,17±0,36 ^a	6,8±0,5 ^b	Ngọt rõ, chua nhẹ, hơi đặc, dễ uống
20	2,71±0,04 ^d	6,76±0,27 ^a	7,92±0,17 ^a	5,7±0,6 ^c	Ngọt gắt, ít chua, thơm đậm, hơi gắt hậu vị

3.2.3. Ảnh hưởng của giống vi sinh vật lên men SCOBY

Tỷ lệ SCOBY bổ sung ảnh hưởng rõ rệt đến sự thay đổi giá trị pH và mật độ vi sinh vật. Khi tăng tỷ lệ SCOBY từ 5 đến 20 g/100 mL, giá trị pH giảm dần từ 3,22 xuống 2,62. Sự giảm pH này do quá trình sinh acid hữu cơ mạnh mẽ khi hệ vi sinh vật được bổ sung nhiều hơn.

Hàm lượng đường khử có xu hướng giảm theo tỷ lệ SCOBY, cho thấy mức tiêu thụ cơ chất cao hơn. Mật độ vi sinh vật tổng số (VSV) đạt cực đại ở nghiệm thức 15 g/100 mL (8,24 log CFU/mL),

sau đó giảm nhẹ ở mẫu 20 g/100 mL. Sự tích lũy acid hữu cơ làm giảm pH môi trường có thể gây ức chế nhẹ sự phát triển của vi sinh vật ở tỷ lệ SCOBY cao. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu khác, trong đó mật độ vi sinh vật trong Kombucha đạt cực đại khi quá trình acid hóa diễn ra mạnh nhất (Villarreal-Soto et al., 2018).

Về cảm quan, mẫu sử dụng 10 g SCOBY/100 mL được đánh giá cao nhất (7,3 ± 0,4), với hương vị hài hòa, vị chua – ngọt cân bằng. Tỷ lệ 10 g/100 mL được xác định là thích hợp.

Bảng 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ SCOBY đến chất lượng kombucha

Tỷ lệ SCOBY (g/100 mL)	pH	Đường khử (mg/mL)	VSV tổng số (log CFU/mL)	Điểm cảm quan	Mô tả cảm quan
5	3,22±0,03 ^a	4,25±0,12 ^a	7,03±0,06 ^c	5,5 ± 0,5 ^c	Hơi nhạt mùi, vị nhẹ, chua nhẹ
10	2,91±0,04 ^b	2,76±0,16 ^b	7,77±0,15 ^b	7,3 ± 0,4 ^a	Cân bằng, mùi thơm, vị dịu dễ uống
15	2,74±0,07 ^c	2,04±0,08 ^c	8,24±0,11 ^a	6,7 ± 0,5 ^b	Hơi chua rõ, thơm mạnh, ít ngọt
20	2,62±0,03 ^d	1,65±0,13 ^d	8,17±0,10 ^a	5,3 ± 0,6 ^c	Vị chua gắt, thơm nồng, hậu chua kéo dài

3.2.4. Ảnh hưởng của thời gian lên men

Thời gian lên men là yếu tố quyết định sự thay đổi thành phần hóa học và chất lượng cảm quan của kombucha, đặc biệt liên quan đến quá trình tích lũy acid hữu cơ. Kết quả được trình bày ở Bảng 5 cho thấy pH giảm dần từ 3,04 (ngày 6) xuống 2,71 (ngày 9), phản ánh quá trình hình thành acid acetic và gluconic khi hệ SCOBY chuyển hóa đường (Sreeramulu et al., 2000). Song song đó, hàm lượng đường khử giảm mạnh do được vi sinh vật sử dụng làm cơ chất năng lượng. Mật độ vi sinh vật tổng số tăng nhanh và đạt cực đại ở ngày thứ 7 (8,06 log CFU/mL), sau đó giảm nhẹ do môi trường trở nên acid hơn, gây ức chế các chủng nhạy cảm. Xu

hướng này tương đồng với các nghiên cứu kombucha truyền thống, trong đó pH thường giảm từ 5,0 xuống khoảng 2,4–3,1 trong 6–21 ngày lên men (Villarreal-Soto et al., 2018).

Về cảm quan, sản phẩm ở ngày thứ 7 đạt điểm cao nhất (7,6 ± 0,4) với hương vị hài hòa, chua – ngọt cân bằng. Khi kéo dài thời gian lên men đến ngày 8–9, vị chua gắt và mùi nồng tăng rõ do sự tích lũy quá mức acid hữu cơ. Do đó, 7 ngày được xác định là thời điểm lên men tối ưu, khi quá trình trao đổi chất của hệ vi sinh vật và sự hình thành hợp chất cảm quan đạt trạng thái cân bằng, mang lại chất lượng tổng thể cao nhất cho sản phẩm.

Bảng 5. Ảnh hưởng của thời gian lên men đến chất lượng kombucha

Thời gian (ngày)	pH	Đường khử (mg/mL)	VSV tổng số (log CFU/mL)	Điểm cảm quan	Mô tả cảm quan
6 ngày	3,04±0,02 ^a	4,02±0,06 ^a	7,55±0,17 ^c	6,5 ± 0,5 ^b	Hơi ngọt, chua nhẹ, thơm dịu, dễ uống
7 ngày	2,92±0,03 ^b	2,78±0,05 ^b	8,06±0,13 ^a	7,6 ± 0,4 ^a	Cân bằng vị chua – ngọt, thơm tốt
8 ngày	2,84±0,02 ^c	2,02±0,03 ^c	7,76±0,12 ^b	6,8 ± 0,4 ^b	Vị chua rõ hơn, ngọt nhẹ, thơm mạnh
9 ngày	2,71±0,03 ^d	1,36±0,07 ^d	7,27 ± 0,15 ^d	5,9 ± 0,7 ^c	Rất chua, thơm nồng, dễ gây hậu vị

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chứng minh rằng việc sử dụng dịch chiết từ bột hạt bơ giống Booth làm cơ chất lên men là một phương pháp hiệu quả nhằm tận dụng nguồn phụ phẩm giàu dinh dưỡng và hoạt tính sinh học. Dịch lên men từ bột hạt bơ giống Booth chứa hàm lượng đáng kể các hợp chất polyphenol, saponin và vitamin C, góp phần làm tăng đáng kể hoạt tính kháng oxy hóa của sản phẩm kombucha. Quá trình khảo sát đã xác định được các điều kiện lên men thích hợp để tạo ra sản phẩm có chất lượng cảm quan cao và hàm lượng hoạt chất sinh học phong phú, bao gồm: 10g bột hạt bơ giống Booth/100mL nước, 10g đường/100mL, 10g SCOBY/100mL và thời gian lên men 7 ngày ở nhiệt độ phòng.

Như vậy, bột hạt bơ giống Booth có thể được sử dụng như một nguyên liệu tiềm năng trong sản xuất Kombucha, góp phần nâng cao giá trị dinh

dưỡng và hoạt tính sinh học của sản phẩm.

Trong nghiên cứu tiếp theo, nhóm tác giả dự kiến sẽ tối ưu hóa các điều kiện lên men (tỷ lệ bột hạt bơ, thời gian, nhiệt độ) nhằm nâng cao hàm lượng hợp chất sinh học và đặc tính cảm quan của sản phẩm. Đồng thời, sẽ tiến hành đánh giá độ ổn định và khả năng bảo quản của Kombucha bơ trong quá trình lưu trữ, cũng như nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình tiêu hóa in vitro đến khả năng giải phóng các hợp chất kháng oxy hóa.

Lời cảm ơn

Tác giả xin trân trọng cảm ơn Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Tây Nguyên đã hỗ trợ điều kiện nghiên cứu và cơ sở vật chất trong suốt quá trình thực hiện. Nghiên cứu này được tài trợ kinh phí bởi Trường Đại học Tây Nguyên thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cơ sở cấp trường.

EFFECT OF BOOTH AVOCADO SEED POWDER ON THE CHEMICAL COMPOSITION, SELECTED BIOACTIVITIES, AND SENSORY QUALITY OF KOMBUCHA

Le Cao Linh Chi¹, Ho Thi Hao¹, Nguyen Thi Anh Thu¹

Received Date: 22/10/2025; Revised Date: 03/12/2025; Accepted for Publication: 14/01/2026

ABSTRACT

Kombucha is a traditional fermented beverage made from tea and sugar with a symbiotic micro-organism and is known for its various health benefits. Meanwhile, avocado (*Persea americana* Mill.) seeds, a common agricultural by-product, are a rich source of bioactive compounds such as polyphenols, saponins, and antioxidants. This study aimed to evaluate the effects of supplementing Booth avocado seed powder into Kombucha fermentation to enrich the product's chemical composition and biological activity. Factors including the ratio of avocado seed powder extract (5-20 g/100mL), sugar concentration (5-20 g/100mL), SCOBY ratio (5-20 g/100mL), and fermentation time (6-9 days) were investigated to optimize the process. The results showed that the suitable fermentation condition to obtain a product with a good balance between flavor and bioactive compound content was 10 g avocado seed powder/100 mL, 10 g sugar/100 mL, and 10 g SCOBY/100 mL for 7 days of fermentation. The addition of avocado seed powder significantly increased the vitamin C content (by approximately 4 times) as well as the polyphenol and saponin contents (by approximately 3–4 times) in Kombucha. This research confirms the potential of utilizing avocado seed powder to enhance the nutritional and functional value of Kombucha, paving the way for the development of novel functional beverages from agricultural by-products.

Keywords: *Kombucha, avocado seed, Persea americana, polyphenol, biological activity, fermentation.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alagbaoso, C. A., Tokunbo, I. I., & Osakwe, O. S. (2015). Comparative study of antioxidant activity and mineral composition of methanol extract of seeds of ripe and unripe avocado pear (*Persea americana*, Mill.). *NISEB Journal*, 15(4).
- Antasionasti, I., Riyanto, S., & Rohman, A. (2017). Antioxidant activities and phenolics contents of avocado (*Persea americana* Mill.) peel *in vitro*.
- Araújo, R. G., Rodriguez-Jasso, R. M., Ruiz, H. A., Pintado, M. M. E., & Aguilar, C. N. (2018). Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 51–60.
- Bahru, T. B., Tadele, Z. H., & Ajebe, E. G. (2019). A review on avocado seed: Functionality, composition, antioxidant and antimicrobial properties. *Chemical Science International Journal*, 27(2), 1–10.
- Calderón-Oliver, M., Pedroza-Islas, R., Escalona-Buendía, H. B., Pedraza-Chaverri, J., & Ponce-Alquicira, E. (2017). Comparative study of the microencapsulation by complex coacervation of nisin in combination with an avocado antioxidant extract. *Food Hydrocolloids*, 62, 49–57.
- Coton, M., Pawtowski, A., Taminiau, B., Burgaud, G., Deniel, F., Coulloumme-Labarthe, L., ... & Coton, E. (2017). Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(5), fix048.
- Dabas, D., Elias, R. J., Ziegler, G. R., & Lambert, J. D. (2019). *In vitro* antioxidant and cancer inhibitory activity of a colored avocado seed extract. *International Journal of Food Science*, 2019(1), 6509421.
- Hürkul, M. M., Sarıaltın, S. Y., Köroğlu, A., & Çoban, T. (2021). *In vitro* inhibitory potential of avocado fruits, *Persea americana* (Lauraceae) against oxidation, inflammation and key enzymes linked to skin diseases. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 472–481.
- Kendir, G., & Köroğlu, A. (2018). Evaluation of avocado (*Persea americana* Mill.) leaves in terms of public health. *Journal of Research in Pharmacy*, 22(3), 347–356.

¹Faculty of Agriculture, Tay Nguyen University;

Corresponding author: Le Cao Linh Chi; Email: lclchi@ttn.edu.vn

- Lara-Márquez, M., Báez-Magaña, M., Raymundo-Ramos, C., Spagnuolo, P. A., Macías-Rodríguez, L., Salgado-Garciglia, R., Ochoa-Zarzosa, A., & López-Meza, J. E. (2019). Lipid-rich extract from Mexican avocado (*Persea americana* var. *drymifolia*) induces apoptosis and modulates the inflammatory response in Caco-2 human colon cancer cells. *Journal of Functional Foods*, *63*, 103658.
- Marsh, A. J., O'Sullivan, O., Hill, C., Ross, R. P., & Cotter, P. D. (2014). Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple Kombucha (tea fungus) samples. *Food Microbiology*, *38*, 171–178.
- Melgar, B., Dias, M. I., Ciric, A., Sokovic, M., Garcia-Castello, E. M., Rodriguez-Lopez, A. D., Barrosa, L., & Ferreira, I. C. R. F. (2018). Bioactive characterization of *Persea americana* Mill. by-products: A rich source of inherent antioxidants. *Industrial Crops & Products*, *111*, 212–218.
- Monika, P., & Geetha, A. (2015). The modulating effect of *Persea americana* fruit extract on the level of expression of fatty acid synthase complex, lipoprotein lipase, fibroblast growth factor-21 and leptin – a biochemical study in rats subjected to experimental hyperlipidemia and obesity. *Phytomedicine*, *22*(10), 939–945.
- Soledad, C. P. T., Paola, H. C., Enrique, O. V. C., Israel, R. L. I., Guadalupe Virginia, N. M., & Raúl, Á. S. (2021). Avocado seeds (*Persea americana* cv. Criollo sp.): Lipophilic compounds profile and biological activities. *Saudi journal of biological sciences*, *28*(6), 3384–3390.
- Sreeramulu, G., Zhu, Y., & Knol, W. (2000). Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(6), 2589–2594.
- Tremocoldi, M. A., Rosalen, P. L., Franchin, M., Massarioli, A. P., Denny, C., Daiuto, É. R., ... & Alencar, S. M. D. (2018). Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. *PLoS One*, *13*(2), e0192577.
- Uchenna, U. E., Shori, A. B., & Salihin Baba, A. (2017). Inclusion of avocado (*Persea americana*) seeds in the diet to improve carbohydrate and lipid metabolism in rats. *Revista argentina de endocrinología y metabolismo*, *54*(3), 140–148.
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha tea fermentation: A review. *Journal of Food Science*, *83*(3), 580–588.
- Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B., & Waisundara, V. Y. (2016). Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (*Cocos nucifera* var. *aurantiaca*) by fermentation with Kombucha 'tea fungus'. *International Journal of Food Science and Technology*, *51*(2), 490–498.
- Widiyastuti, Y., Pratiwi, R., Riyanto, S., & Wahyuono, S. (2018). Cytotoxic activity and apoptosis induction of avocado *Persea americana* Mill. seed extract on MCF-7 cancer cell line. *Indonesian Journal of Biotechnology*, *23*(2), 61–67.
- Xin, Z., Gao, Y., He, L., Xiu, Z., & Sun, L. (2025). Bioactive Antioxidants from Avocado By-Products: Mechanistic Study and Laboratory-Scale Extraction Optimization. *Antioxidants*, *14*(10), 1225.